

PUB-NO: DE019705795A1

DOCUMENT-IDENTIFIER: DE 19705795 A1

TITLE: Radar system on board of moving platform

PUBN-DATE: August 27, 1998

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
LOEHNER, ANDREAS DIPL ING	DE
BAIER, PAUL WALTER PROF DR ING	DE

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SIEMENS AG	DE

APPL-NO: DE19705795

APPL-DATE: February 14, 1997

PRIORITY-DATA: DE19705795A ( February 14, 1997)

INT-CL (IPC): G01S013/89, G01S013/94 , G01S007/292 , H01Q001/27 , H01Q003/24

EUR-CL (EPC): H01Q025/00 ; G01S013/90, H01Q001/27 , H01Q001/28 , H01Q001/32  
 , H01Q003/24 , H01Q003/24

US-CL-CURRENT: 342/25C

ABSTRACT:

CHG DATE=19990905 STATUS=O>The radar system consists of an arrangement for generating a transmitter signal, a transmitting antenna system, a reception antenna system, and a signal processing arrangement for evaluating reflected signals. A resulting antenna characteristic (7,8) is formed through superposition of the antenna characteristics of the transmitting and the receiving antenna system. The used antenna systems result in at least two different antenna characteristics for the improved separation of depicted points (4,5). The knowledge of the currently valid resulting antenna characteristic is used in the signal processing arrangement for the dissolution of the points. The transmitting antenna system has preferably an antenna

characteristic which is not timewise changeable.



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 197 05 795 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**G 01 S 13/89**  
G 01 S 13/94  
G 01 S 7/292  
H 01 Q 1/27  
H 01 Q 3/24

②1 Aktenzeichen: 197 05 795.0  
②2 Anmeldetag: 14. 2. 97  
④3 Offenlegungstag: 27. 8. 98

DE 197 05 795 A 1

⑦1 Anmelder:  
Siemens AG, 80333 München, DE

⑦2 Erfinder:  
Löhner, Andreas, Dipl.-Ing., 67663 Kaiserslautern,  
DE; Baier, Paul Walter, Prof. Dr.-Ing., 67661  
Kaiserslautern, DE

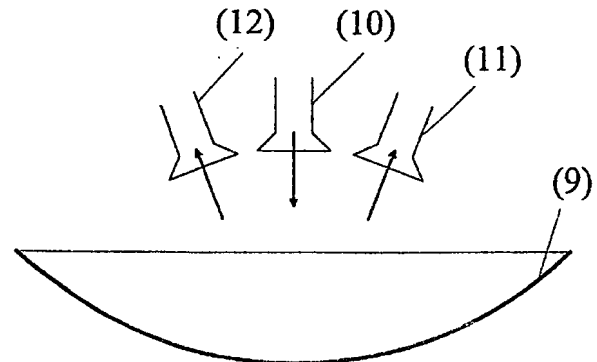
⑤5 Entgegenhaltungen:  
DE 40 07 611 A1  
US 48 53 699  
CURLANDER, J.C., McDONOUGH, R.N.: Synthetic  
Aperture Radar. New York (u.a.): John Wiley  
& Sons, 1991, S.1-21;  
SKOLNIK, M.I. (Hsg.): Radar Handbook, New York  
(u.a.): McGraw-Hill Book Comp., 1970, Chapt.21;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Radarsystem

⑤7 Bei konventionellen Radarsystemen, die sich an Bord einer bewegten Plattform befinden und mit denen Gelände und darauf befindliche Objekte abgebildet werden sollen, können Punkte, deren Entfernung zum Radar eine gleiche oder ähnliche Zeitabhängigkeit hat, nicht bzw. nur mit nicht befriedigender Auflösung unterschieden werden. Dieses Problem tritt insbesondere dann auf, wenn Punkte abgebildet werden sollen, die auf oder nahe der Projektion der Plattformbahn auf das Gelände abgebildet werden sollen. Zum Vermeiden des Problems können Sendeantennensysteme und Empfangsantennensysteme dienen, die zu mindestens zwei unterschiedlichen Antennencharakteristiken führen. Bei Verwenden solcher Antennensysteme können auch solche Punkte bei der Abbildung aufgelöst werden, deren Entfernung zum Radar nach der gleichen Zeitfunktion verläuft.



DE 197 05 795 A 1

Die Erfindung betrifft ein Radarsystem nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Die bewegte Plattform kann beispielsweise ein Flugzeug, ein unbemannter Flugkörper, ein Satellit oder ein Landfahrzeug sein.

Das aus dem Gelände und den darauf befindlichen Objekten bestehende abzubildende Szenario kann durch einzelne Punkte repräsentiert werden, die durch ihre auch als Reflektivitäten bezeichneten komplexen Reflexionskoeffizienten beschrieben werden. Aus den ortsabhängigen Reflektivitäten ergibt sich das gewünschte, aus Bildpunkten bestehende Bild. Das Auflösungsvermögen, d. h. die Trennbarkeit der Bilder unterschiedlicher abzubildender Punkte, basiert bei abbildenden Radarsystemen nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bekanntlich darauf, daß der Abstand der einzelnen abzubildenden Punkte von der bewegten Plattform in einer i. a. für jeden Punkt charakteristischen Weise von der Zeit abhängt. Hieraus ergibt sich für jeden abzubildenden Punkt ein typischer zeitlicher Verlauf der Laufzeit der Signale vom Sender zu dem betreffenden Punkt und zurück zum Empfänger.

Aus diesen Verläufen kann man nach bekannten Verfahren der Signalverarbeitung, die beispielsweise in J.C. Curlander, R.N. McDonough: Synthetic Aperture Radar. John Wiley & Sons, Inc., New York, 1991, beschrieben werden, und die auf der Auswertung der Entfernungs- und Dopplerhistorie der einzelnen abzubildenden Punkte beruhen, die Reflektivitäten dieser Punkte und somit das gewünschte Bild ermitteln.

In den folgenden Erläuterungen wird Bezug auf folgende Figuren genommen:

Fig. 1 eine bewegte Plattform mit einem seitwärts schauenden Radarsystem,

Fig. 2 eine bewegte Plattform mit einem nach vorne schauenden Radarsystem,

Fig. 3 eine bewegte Plattform mit einem nach vorne schauenden Radarsystem und zwei aufzulösenden Punkten,

Fig. 4 eine resultierende Antennencharakteristik nach dem Stand der Technik,

Fig. 5 zwei Antennencharakteristiken mit einer Rechts-/Linksauflösung,

Fig. 6 Antennensysteme,

Fig. 7 ein Radarsystem.

Für ein konventionelles abbildendes Radarsystem werden an der bewegten Plattform fest ausgerichtete Antennen angebracht, die einen querab zur Plattformbahn liegenden Geländestreifen ausleuchten. Diese Situation ist in Fig. 1 veranschaulicht. Fig. 1 zeigt die bewegte Plattform (1), eine Projektion (2) der Plattformbahn auf das Gelände und den abzubildenden Geländestreifen (3). Mit solchen nach der Seite schauenden Systemen werden also keine Punkte abgebildet, die auf oder in der Nähe der Projektion (2) der Plattformbahn auf das Gelände liegen. Für gewisse Anwendungsfälle wären allerdings abbildende Radarsysteme wünschenswert, mit denen gerade solche Punkte abgebildet werden können. Der abzubildende Geländestreifen (3) hätte dann beispielsweise die in Fig. 2 gezeigte Lage.

Bei der Situation nach Fig. 2 ergibt sich das Problem, daß sich für räumlich getrennte Punkte die gleiche Zeitfunktion für die Laufzeit ergeben kann. Dies gilt beispielsweise für Punkte, die gleichen Abstand von der Plattform haben und gleichweit links bzw. rechts von der Projektion (2) der Plattformbahn auf das Gelände liegen. Man kann solche Punkte nicht getrennt abbilden. Fig. 3 zeigt zwei nicht trennbare Punkte (4) und (5). Bezogen auf die Projektion (2) der Plattformbahn auf das Gelände ist der Punkt (4) linksliegend, der Punkt (5) rechtsliegend.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, auch Punkte, denen die gleiche Zeitabhängigkeit der Laufzeit zugeordnet ist, bei der Abbildung trennen zu können. Diese Aufgabe wird durch das Radarsystem nach Patentanspruch 1 gelöst. Weiterbildungen der Erfindung sind den Unteransprüche zu entnehmen. Der Grundgedanke der Erfindung wird anhand von Fig. 4 und Fig. 5 näher erläutert.

Fig. 4 gilt für den Fall, daß man in konventioneller Weise ein Sendeantennensystem und ein Empfangsantennensystem verwendet, das zu einer einzigen resultierenden Antennencharakteristik (6) führt. Bezeichnet man die Reflektivität des linksliegenden Punktes (4) mit  $r_l$  und die Reflektivität des rechtsliegenden Punktes (5) mit  $r_r$ , so kann das System mit einer einzigen resultierenden Antennencharakteristik (6) nach Fig. 4 nur die Summe  $r_l + r_r$  der beiden Reflektivitäten  $r_l$  und  $r_r$  ermitteln, nicht jedoch  $r_l$  und  $r_r$  getrennt.

Fig. 5 gilt für den Fall, daß man zwei unterschiedliche resultierende Antennencharakteristiken (7) und (8) verwendet. Die resultierende Antennencharakteristik (7) habe in Richtung des Punktes (4) den Wert  $a_{ll}$  und in Richtung des Punktes (5) den Wert  $a_{lr}$ , wobei durch den ersten Index der beiden Größen  $a_{ll}$  und  $a_{lr}$  angedeutet werden soll, daß die resultierende Antennencharakteristik (7) im Beispiel nach Fig. 5 hauptsächlich den links von der Projektion (2) der Plattformbahn auf das Gelände liegenden Geländebereich abdeckt. Die resultierende Antennencharakteristik (8) hat in Richtung des linksliegenden Punktes (4) den Wert  $a_{rl}$  und in Richtung des rechtsliegenden Punktes (5) den Wert  $a_{rr}$ , wobei durch den ersten Index der Größen  $a_{rl}$  und  $a_{rr}$  angedeutet werden soll, daß die resultierende Antennencharakteristik (8) im Beispiel nach Fig. 5 hauptsächlich den rechts von der Projektion (2) der Plattformbahn auf das Gelände liegenden Geländebereich abdeckt.

Mit der resultierenden Antennencharakteristik (7) kann man für die beiden Punkte (4) und (5) die Summenreflektivität

$$r^{(l)} = a_{ll} \cdot r_l + a_{lr} \cdot r_r \quad (1)$$

ermitteln. Mit der resultierenden Antennencharakteristik (8) kann man für die beiden Punkte (4) und (5) die Summenreflektivität

$$r^{(r)} = a_{rl} \cdot r_l + a_{rr} \cdot r_r \quad (2)$$

ermitteln. In den beiden Gleichungen (1) und (2) sind die vier Größen  $a_{ll}$ ,  $a_{lr}$ ,  $a_{rl}$  und  $a_{rr}$  aus den verwendeten resultierenden Antennencharakteristiken a priori und die Summenreflektivitäten  $r^{(l)}$  und  $r^{(r)}$  aufgrund der Signalauswertung bekannt. Somit können aus (1) und (2) die Reflektivität  $r_l$  des Punktes (4) und die Reflektivität  $r_r$  des Punktes (5) getrennt berechnet werden.

Das Verwenden von Antennensystemen mit mehreren unterschiedlichen Antennencharakteristiken ist in der Radartechnik bekannt, siehe M. I. Skolnik: Radar Handbook. McGraw-Hill Book Company, New York, 1970, Kapitel 21. Die dort geschilderten Anwendungen beziehen sich jedoch auf Tracking-Radare und nicht auf Radare auf einer bewegten Plattform. Gemäß der Erfindung sind die in oben genannter Druckschrift vorausgesetzten möglichst scharf bündelnden Antennen nicht erforderlich. Im Gegensatz dazu werden bei der vorliegenden Erfindung bevorzugt Antennensysteme mit breiten resultierenden Charakteristiken verwendet, mit denen jeweils das gesamte Szenario oder große Bereiche desselben ausgeleuchtet werden.

Verschiedene Ausgestaltungsvarianten der Erfindung in Bezug auf die Ausprägung des Sende- bzw. Empfangsantennensystems sind in den Unteransprüchen beschrieben.

Gemäß einer Ausgestaltungsvariante hat das Sendeantennensystem eine zeitlich nicht veränderliche Antennencharakteristik, so daß der Aufwand für senderbezogene Komponenten nicht erhöht werden muß, sondern die Auflösung der Punkte mit Hilfe von unterschiedlichen Antennencharakteristiken der Empfangsantennensysteme erreicht wird. Es ist jedoch alternativ möglich, daß das Sendeantennensystem mindestens zwei unterschiedliche, nicht gleichzeitig auftretende Antennencharakteristiken hat, zwischen denen umgeschaltet wird. Das Umschalten, beispielsweise für als sogenannte Phase-Array-Antennen ausgestaltete Gruppenstrahler, gestattet die Gestaltung der zwei unterschiedlichen resultierenden Antennencharakteristiken sendeseitig, ohne daß die Empfangseite verändert werden muß. Bei großen Wellenlängen ist es günstiger, möglichst viele Antennenkomponenten sowohl zum Empfang als auch zum Senden zu verwenden, da Antennen für große Wellenlängen große Ausdehnungen annehmen.

Das Umschalten kann nach einer weiteren Ausgestaltungsvariante auch empfangsseitig erfolgen, so daß das Empfangsantennensystem mindestens zwei unterschiedliche, nicht gleichzeitig auftretende Antennencharakteristiken hat, zwischen denen umgeschaltet wird. Im Gegensatz zum Sendeantennensystem kann das Empfangsantennensystem mindestens zwei unterschiedliche, gleichzeitig wirksame Antennencharakteristiken haben. Ohne Umschalten und dadurch mit weniger Störeinflüssen und Verzögerungen können die zwei gewünschten unterschiedlichen resultierenden Antennencharakteristiken erzeugt und parallel Signalströme ausgewertet werden.

Das Umschalten der Antennencharakteristiken kann entsprechend weiteren Ausgestaltungen des Radarsystems mechanisch oder elektrisch erfolgen. Ein mechanisches Umschalten garantiert eine galvanische Trennung oder verhindert elektrische Störeinflüsse, währenddessen das elektrische Umschalten schneller und mit weniger schaltungstechnischem Aufwand erfolgt. Die Antennensysteme arbeiten in diesem Fall möglichst ohne mechanisch bewegte Teile.

Das Sendeantennensystem kann durch einen oder mehrere Primärstrahler in Zusammenwirken mit einem Reflektor oder einen Gruppenstrahler, bestehend aus mehreren Sendestrahlern, aufgebaut werden. Entsprechendes gilt auch für das Empfangsantennensystem.

Das Sendeantennensystem und das Empfangsantennensystem sind nach weiteren Ausgestaltungen identisch, d. h. zwei gleichartig aufgebaute Antennen, oder sie sind gleich, d. h. nutzen gemeinsame schaltungstechnische Ressourcen. Entsprechend der Anwendung kann es jedoch auch vorgesehen sein, daß das Sendeantennensystem und das Empfangsantennensystem nicht identisch, sondern mit unterschiedlicher Strahlungscharakteristik versehen sind. Das erfindungsgemäße Radarsystem ermöglicht einen großen Gestaltungsspielraum und eine Anpassung der resultierenden Antennencharakteristik an die jeweilige Anwendung.

Die Primärstrahler einer Reflektorantenne bzw. die einzelnen Sendestrahler einer Gruppenantenne werden gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung über ein in einem Zwischenfrequenzbereich oder im Übertragungsfrequenzbereich arbeitendes Gewichtungsnetzwerk angesteuert. Arbeitet das Gewichtungsnetzwerk im Übertragungsfrequenzbereich der hochfrequenten Abstrahlung des Radarsystems, so werden Modulationsstörungen vermieden. Bei einem im Zwischenfrequenzbereich arbeitenden Gewichtungsnetzwerk können jedoch kostengünstigere Bauelemente eingesetzt werden, wodurch sich eine wirtschaftlichere Realisierung des Radarsystems ergibt. Diese Ausgestaltung kann auch auf das Empfangsantennensystem angewendet werden. Sekundäre Empfangssensoren bilden mit

dem Reflektor eine Reflektorantenne. Die Gesamtheit der einzelnen Empfangselemente bildet einen Gruppenstrahler.

Nach weiteren vorteilhaften Ausgestaltungen werden die Speisesignale der Primärstrahler bzw. der einzelnen Sendestrahler zunächst digital erzeugt und dann in analoge Signale gewandelt. Diese digitale Signalerzeugung erlaubt die Generierung von Phasenkodesignalen. Die reziproke, empfangsseitige Analog-Digital-Wandlung erfolgt im Übertragungsfrequenzbereich, in einem Zwischenfrequenzbereich oder im Basisband der Signalauswertung.

Werden die Empfangs- und Sendesignale in einem Gewichtungsnetzwerk bewertet, so ist es vorteilhaft, wenn teilweise dieselben Hardware-Komponenten benutzt werden. Bei der Auswahl einer Aperturbelegung der Antennensysteme ist es vorteilhaft mit nicht konventioneller, d. h. nicht homogener Aperturbelegung zu arbeiten, so daß z. B. gespreizte Antennencharakteristiken verwendet werden können, wie sie in A.Löhner, P.W.Baier, R.Thomas: "Enhancement of the angular resolution of radar antennas by diagram spreading", Proc. IEEE, 4th International Symposium on Spread Spectrum Techniques and Applications (ISSSTA'96), Mainz, 1996, S. 882-889, beschrieben sind. Letztere haben den Vorteil, daß die ausgeprägte Feinstruktur der gespreizten Antennencharakteristiken zu einer zusätzlichen Modulation führt, so daß bei entsprechender empfangsseitiger Auswertung ein Informationsgewinn erreicht werden kann.

Eine Ausgestaltung des Radarsystems wird anhand von Fig. 6 und Fig. 7 illustriert. Fig. 6 zeigt dabei das Sendeantennensystem und das Empfangsantennensystem.

Beide Antennensysteme – benutzen einen gemeinsamen konkaven Reflektor (9). Zum Senden wird dieser mit dem zentral angebrachten Primärstrahler (10) des Sendeantennensystems ausgeleuchtet. Zum Empfangen werden die beiden nicht zentral angebrachten sekundären Empfangssensoren (11) und (12) verwendet. Auf diese Weise erhält man gleichzeitig zwei unterschiedliche Empfangsantennencharakteristiken und damit auch zwei resultierende Antennencharakteristiken. Die eine dieser resultierenden Charakteristiken ist das Produkt der Charakteristik der aus dem Reflektor (9) und dem Primärstrahler (10) bestehenden Sendeantenne und der Charakteristik der aus dem Reflektor (9) und dem sekundären Empfangssensor (11) bestehenden Empfangsantenne.

Die andere dieser resultierenden Charakteristiken ist das Produkt der Charakteristik der aus dem Reflektor (9) und dem Primärstrahler (10) bestehenden Sendeantenne und der Charakteristik der aus dem Reflektor (9) und dem sekundären Empfangssensor (12) bestehenden Empfangsantenne.

Bei dem Beispiel nach Fig. 6 bewirkt der sekundäre Empfangssensor (11) eine resultierende Antennencharakteristik mit linksseitiger Betonung, vgl. (7) in Fig. 5, der sekundäre Empfangssensor (12) eine resultierende Antennencharakteristik mit rechtsseitiger Betonung, vgl. (8) in Fig. 5.

Fig. 7 zeigt das Prinzip einer Einrichtung zur Empfangssignalauswertung bei Verwenden der Antennenkonfiguration nach Fig. 6. Eine Einrichtung zum Erzeugen eines Sendesignals (13) speist den Primärstrahler (10). Die sekundären Empfangssensoren (11) und (12) speisen ihre jeweiligen Empfangssignale in Auswerteeinrichtungen (14) bzw. (15) ein.

Die Gesamtheit der Reflektivitäten der linksseitigen Punkte wird zu einem Spaltenvektor  $r_l$  und die Gesamtheit der Reflektivitäten der rechtsseitigen Punkte wird zu einem Spaltenvektor  $r_r$  zusammengefaßt. Dann erhält man an einem Ausgang (16) der Auswerteeinrichtung (14) mit bekannten, durch das verwendete Antennensystem gegebenen Diagonalmatrizen  $A_{ll}$  und  $A_{lr}$  die Linearkombination

$$\underline{r}^{(1)} = \underline{A}_{11} \cdot \underline{r}_1 + \underline{A}_{1r} \cdot \underline{r}_r \quad (3)$$

von  $\underline{r}_1$  und  $\underline{r}_r$

Entsprechend erhält man an einem Ausgang (17) der Auswerteeinrichtung (15) mit bekannten, durch das verwendete Antennensystem gegebenen Diagonalmatrizen  $\underline{A}_{11}$  und  $\underline{A}_{1r}$  die Linearkombination

$$\underline{r}^{(r)} = \underline{A}_{r1} \cdot \underline{r}_1 + \underline{A}_{rr} \cdot \underline{r}_r \quad (4)$$

von  $\underline{r}_1$  und  $\underline{r}_r$ . Aus  $\underline{r}^{(1)}$  nach (3) und  $\underline{r}^{(r)}$  nach (4) kann man die Spaltenvektoren  $\underline{r}_1$  und  $\underline{r}_r$  ermitteln. Dieser Ermittlung erfolgt durch eine Signalauswerteeinrichtung (18), die an einem Ausgang (19) die gewünschten Spaltenvektoren  $\underline{r}_1$  und  $\underline{r}_r$  bereitstellt. Damit ist auch die gewünschte Auflösung von Punkten möglich, die wie die Punkte (4) und (5) bei konventioneller Auflösung (siehe Fig. 4 und 5) nicht aufgelöst werden können.

Anhand des Beispiels nach Fig. 5 wird deutlich, daß die beiden resultierenden Antennencharakteristiken (7) und (8) relativ breit sind. Andererseits sollten sich die Werte der beiden resultierenden Antennencharakteristiken (7) und (8) für jede Richtung möglichst stark voneinander unterscheiden. Beides wird erfüllt, wenn man Antennen mit breiten, jedoch mit ausgeprägter Feinstruktur versehenen Charakteristiken verwendet, wie sie in A. Löhner, P.W. Baier, R. Thomas: Enhancement of the angular resolution of radar antennas by diagram spreading. Proc. IEEE Fourth International Symposium on Spread Spectrum Techniques & Applications (ISSSTA'96), Mainz, 1996, 882–888, beschrieben sind. Dieser Gedanke ist Gegenstand von Unteranspruch 19.

Zwischen den Auswerteeinrichtungen (14, 15) und der Signalauswerteeinrichtung (18) ist ein Gewichtungszusatz (21) angeordnet, in dem die Empfangssignale zwecks Formung der Antennencharakteristik (7, 8) bewertet werden.

#### Patentansprüche

1. Radarsystem an Bord einer bewegten Plattform zum Abbilden von Gelände und darauf befindlichen Objekten, bestehend aus
  - einer Einrichtung (13) zum Erzeugen eines Sendesignals,
  - einem Sendeantennensystem (10, 9),
  - einem Empfangsantennensystem (11, 12, 9), und
  - einer Signalverarbeitungseinrichtung (18) zum Auswerten von rückgestreuten Signalen, wobei sich eine resultierende Antennencharakteristik (6, 7, 8) durch Überlagern der Antennencharakteristiken des Sendeantennensystems (10, 9) und des Empfangsantennensystems (11, 12, 9) ergibt, **dadurch gekennzeichnet**, daß
    - zum verbesserten Trennen von abzubildenden Punkten (4, 5) Sendeantennensysteme (10, 9) und Empfangsantennensysteme (11, 12, 9) verwendet werden, die zu mindestens zwei unterschiedlichen resultierenden Antennencharakteristiken (7, 8) führen, und
    - in der Signalverarbeitungseinrichtung (18) die Kenntnis der aktuell gültigen resultierenden Antennencharakteristiken (7, 8) zur Auflösung der Punkte (4, 5) benutzt wird.
2. Radarsystem nach Anspruch 1, bei dem das Sendeantennensystem (10, 9) eine zeitlich nicht veränderli-

che Antennencharakteristik hat.

3. Radarsystem nach Anspruch 1, bei dem das Sendeantennensystem (10, 9) mindest zwei unterschiedliche, nicht gleichzeitig auftretende Antennencharakteristiken hat, zwischen denen umgeschaltet wird.

4. Radarsystem nach einem der obigen Ansprüche, bei dem das Empfangsantennensystem (11, 12, 9) mindestens zwei unterschiedliche, nicht gleichzeitig auftretende Antennencharakteristiken hat, zwischen denen umgeschaltet wird.

5. Radarsysteme nach den Ansprüchen 1 bis 3, bei dem das Empfangsantennensystem (11, 12, 9) mindestens zwei unterschiedliche, gleichzeitig wirksame Antennencharakteristiken hat.

6. Radarsystem nach einem der Ansprüche 1, 3 oder 4, bei dem das Umschalten der Antennencharakteristiken mechanisch erfolgt.

7. Radarsystem nach einem der Ansprüche 1, 3 oder 4, bei dem das Umschalten der Antennencharakteristiken elektrisch erfolgt.

8. Radarsystem nach einem der obigen Ansprüche, bei dem das Sendeantennensystem (10, 9) aus einem oder mehreren Primärstrahlern (10) und einem Reflektor (9) besteht.

9. Radarsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei dem das Sendeantennensystem (10, 9) ein Gruppenstrahler, bestehend aus mehreren Sendestrahlern, ist.

10. Radarsystem nach einem der obigen Ansprüche, bei dem das Empfangsantennensystem (11, 12, 9) aus einem Reflektor (9) und einem oder mehreren sekundären Empfangssensoren (11, 12) besteht.

11. Radarsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei dem das Empfangsantennensystem (11, 12, 9) ein Gruppenstrahler, bestehend aus mehreren Empfangselementen (11, 12), ist.

12. Radarsystem nach einem der obigen Ansprüche, bei dem das Sendeantennensystem (10, 9) und das Empfangsantennensystem (11, 12, 9) identisch oder gleich sind.

13. Radarsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 11, bei dem das Sendeantennensystem (10, 9) und das Empfangsantennensystem (11, 12, 9) nicht identisch sind.

14. Radarsystem nach einem der Ansprüche 1, 3, 8 oder 9, bei dem die Primärstrahler (11, 12) bzw. einzelnen Sendestrahler über ein in einem Zwischenfrequenzbereich oder in einem Übertragungsfrequenzbereich arbeitendes Gewichtungszusatznetzwerk angesteuert werden.

15. Radarsystem nach einem der Ansprüche 1, 3, 8 oder 9, bei dem die Speisesignale der Primärstrahler (11, 12) bzw. der einzelnen Sendestrahler zunächst digital erzeugt und dann in analoge Signale gewandelt werden.

16. Radarsystem nach einem der Ansprüche 1, 4, 10 oder 11, bei dem die Ausgangssignale der sekundären Empfangssensoren (10) bzw. der einzelnen Empfangselemente in ein in einem Übertragungsfrequenzbereich oder in einem Zwischenfrequenzbereich arbeitendes Gewichtungszusatznetzwerk eingespeist werden.

17. Radarsystem nach einem der Ansprüche 1, 4, 10 oder 11, bei dem die Ausgangssignale der sekundären Empfangssensoren (10) bzw. der einzelnen Empfangselemente in einem Übertragungsfrequenzbereich oder in einem Basisband einer Analog-Digital-Wandlung unterzogen und anschließend digital weiterverarbeitet werden.

18. Radarsystem nach einem der obigen Ansprüche,

bei dem im Sendeantennensystem (10, 9) und Empfangsantennensystem (11, 12, 9) teilweise dieselben Hardware-Komponenten benutzt werden.

19. Radarsystem nach einem der obigen Ansprüche, bei dem man Antennensysteme (12, 11, 10, 9) mit nicht konventioneller Aperturbelegung und dadurch gespreizter Antennencharakteristik verwendet. 5

20. Radarsystem nach einem der obigen Ansprüche, bei dem die Antennensysteme (12, 11, 10, 9) ohne mechanisch bewegte Teile arbeiten. 10

---

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

---

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -



Fig. 1

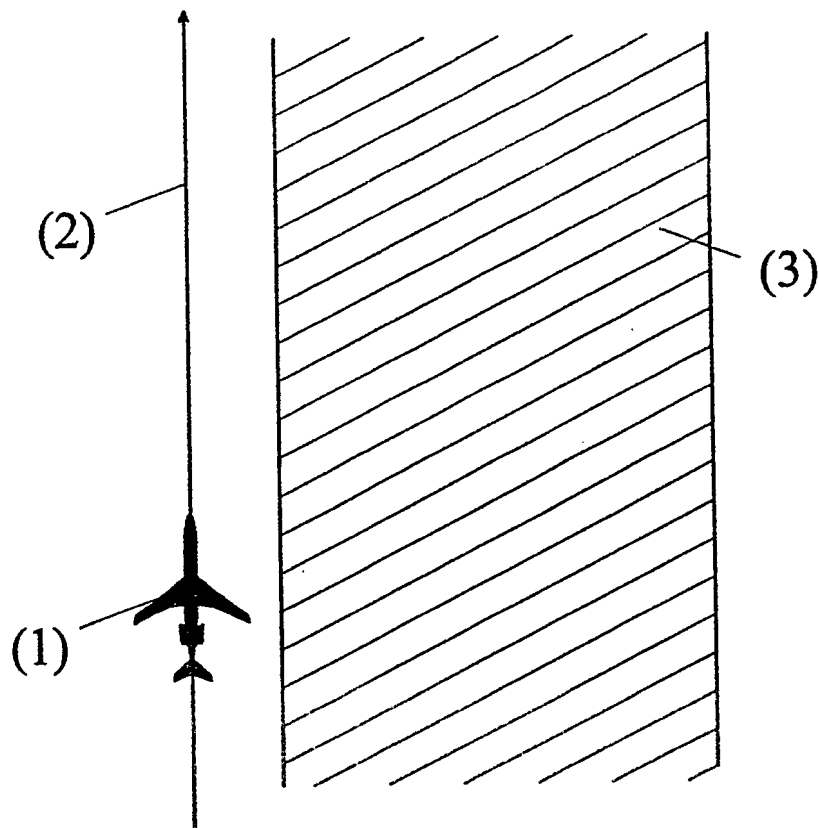


Fig. 2

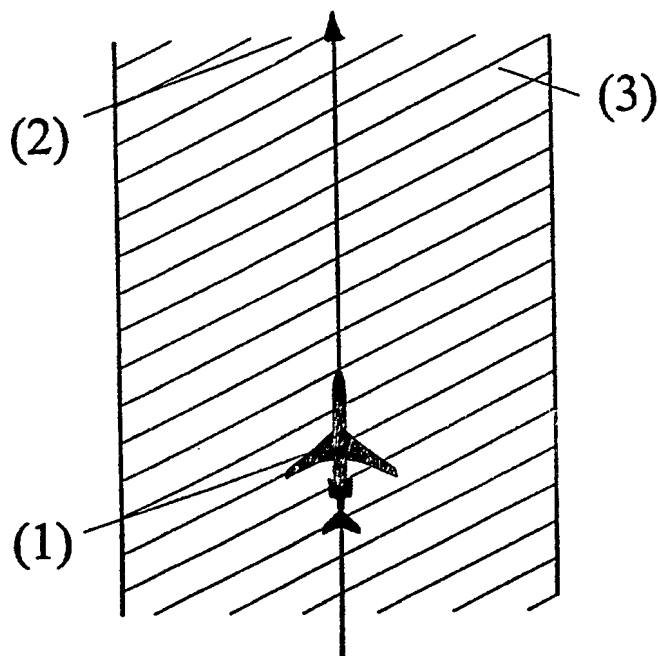


Fig. 3

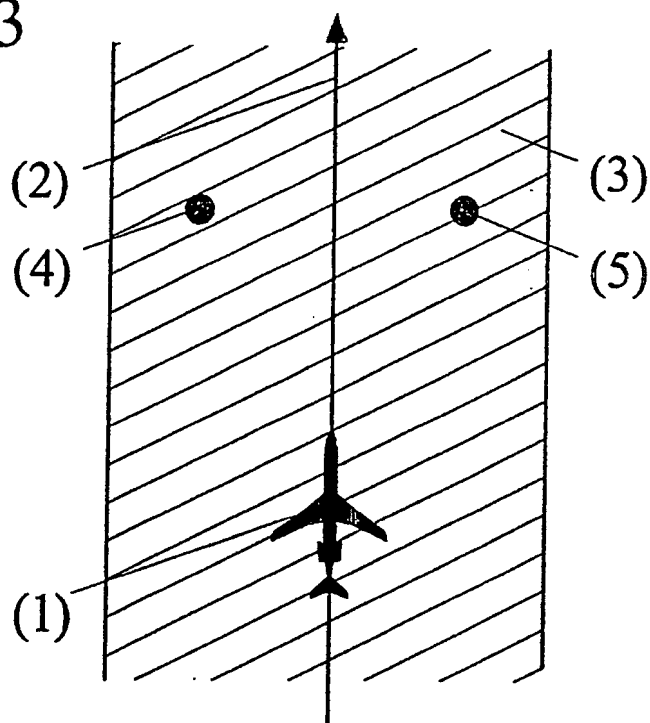


Fig. 4

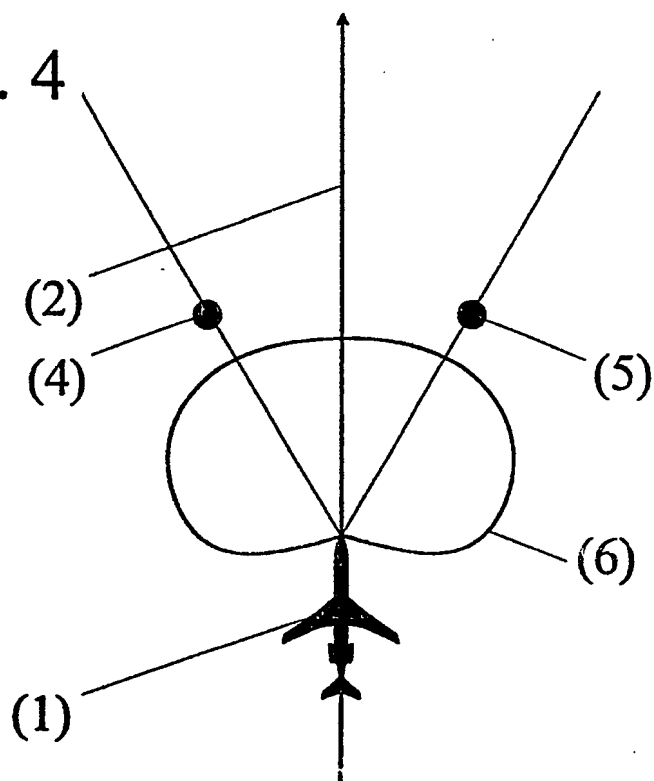


Fig. 5

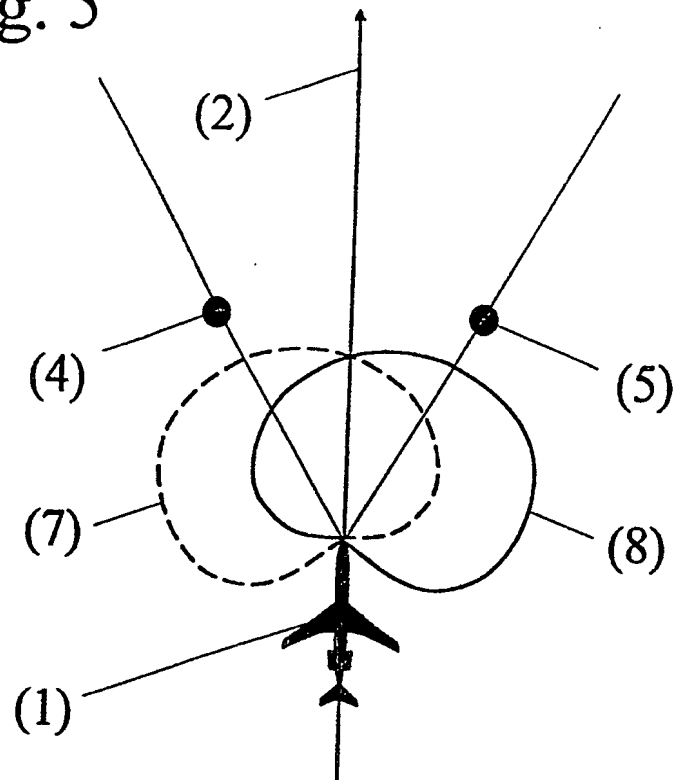


Fig. 6

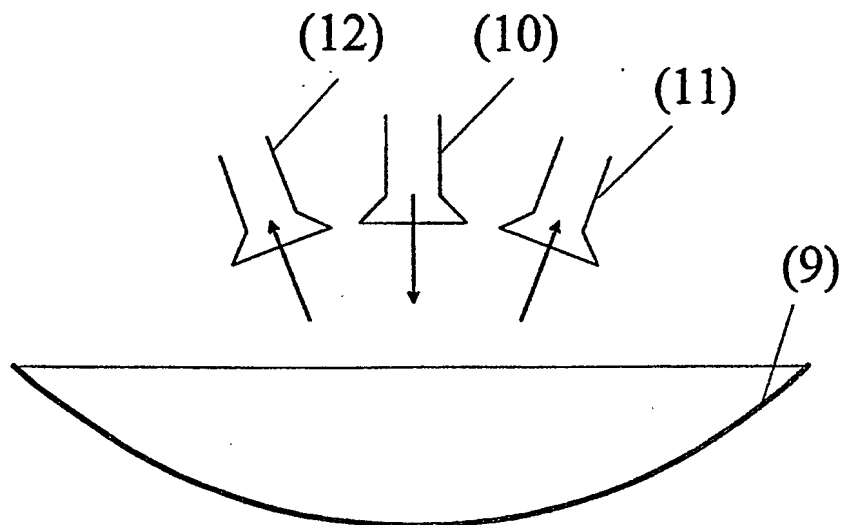


Fig. 7

